



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 196 12 738 A 1

51 Int. Cl.⁸:
F 02 M 63/04
F 02 M 47/02
F 02 M 45/00
F 02 M 51/00

21 Aktenzeichen: 196 12 738.6
22 Anmeldetag: 29. 3. 96
43 Offenlegungstag: 10. 10. 96

DE 196 12 738 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
05.04.95 AT 192/95 U

71 Anmelder:
AVL Gesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen
und Meßtechnik m.b.H. Prof. Dr. Dr.h.c. Hans List,
Graz, AT

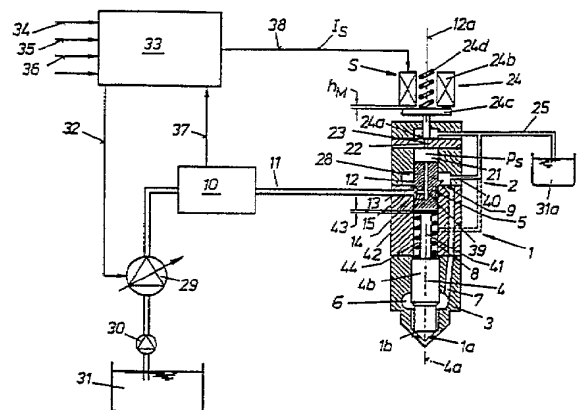
74 Vertreter:
Klunker und Kollegen, 80797 München

72 Erfinder:
Bürgler, Ludwig, Dipl.-Ing., Graz, AT; Erlach, Hans,
Dipl.-Ing., Graz, AT

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Speichereinspritzsystem für Brennkraftmaschinen

57 Bei Speichereinspritzsystemen für Brennkraftmaschinen mit einem direkteinspritzenden über ein Magnetventil (24) gesteuerten Einspritzventil (1) pro Zylinder bekannter Bauart steht ein die Düsenadel (4) umgebender Druckraum (6) ständig mit einer mit Hochdruck (p) beaufschlagten Hochdruckleitung (11) in Verbindung. Im Strömungsweg zwischen Hochdruckleitung (11) und Druckraum (6) ist ein Sicherheitsventil (2) angeordnet, dessen Öffnungsstellung mit der Freigabestellung (F) und dessen Schließstellung mit der Sperrstellung (S) des Magnetventils (24) korreliert. Um den Herstellungsaufwand und den Raumbedarf zu verringern ist vorgesehen, daß das Sicherheitsventil (2) in das Gehäuse (3) des Einspritzventils (1) integriert ist, wobei der Ventilkörper (12) des Sicherheitsventils (2) mit dem Steuerkolben (5) kombiniert ist, und wobei vorzugsweise die Hubachse (12a) des Sicherheitsventils (2) in der Düsenadelachse (4a) liegt.



DE 196 12 738 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 96 602 041/684

7/27

Die Erfindung betrifft ein Speichereinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem direkt einspritzenden über ein Magnetventil gesteuerten Einspritzventil pro Zylinder, mit einem von einer Hochdruckpumpe über eine Hochdruckleitung mit Kraftstoff beaufschlagbaren, eine axial verschiebbare Düsennadel zumindest teilweise umgebenden, vorzugsweise düsenseitig angeordneten ersten Druckraum innerhalb des Einspritzventilgehäuses, wobei die Düsennadel im Bereich des Druckraumes gegenüber der Düsennadelachse geneigte Druckangriffsflächen für Druckkräfte in Öffnungsrichtung der Düsennadel aufweist, mit einem mit der Düsennadel in Wirkverbindung stehenden, achsgleich zu dieser angeordneten längsverschiebbaren Steuerkolben innerhalb des Einspritzventilgehäuses, welcher stirnseitig an einen in einer Sperrstellung des Magnetventiles mit Hochdruck beaufschlagbaren Stellerraum grenzt, wobei in einer Freigabestellung des Magnetventiles der Stellerraum mit einer Leckölleitung verbindbar ist, und wobei im Strömungsweg zwischen Hochdruckleitung und Druckraum ein Sicherheitsventil vorgesehen ist, dessen entlang seiner Hubachse bewegbare Ventilkörper in seiner Öffnungsstellung die Strömungsverbindung zwischen der Hochdruckleitung und dem Druckraum freigibt und in seiner Schließstellung die Strömungsverbindung unterbricht, wobei die Öffnungsstellung des Sicherheitsventiles mit der Freigabestellung des Magnetventiles und die Schließstellung mit der Sperrstellung korreliert.

Bei einem Einspritzsystem herkömmlicher Bauart, wie es beispielsweise aus der EP 0 459 429 A1 oder der Veröffentlichung "New Electronically Controlled Fuel Injection System ECD-U2 for Clean Diesel Engines", Toshihiko Omori, Tagung "Motor und Umwelt 92", AVL bist GmbH, Austria, bekannt ist, ist es üblich, daß der die Düsennadel umgebende Druckraum ständig mit dem über die Hochdruckleitung anstehenden, bis zu 1500 bar betragenden Hochdruck beaufschlagt wird. Im Falle eines undichten Nadelsitzes oder bei einem Hängenbleiben der Düsennadel kann dies zur Einspritzung von unerwünschten großen Kraftstoffmengen führen, was in weiterer Folge eine Zerstörung des Motors bewirken kann.

Aus der DE 25 14 457 A1 ist ein Einspritzsystem der genannten Art bekannt, bei dem das Sicherheitsventil separat zum Steuerkolben des Einspritzventiles angeordnet ist. Dies ermöglicht einerseits ein sicheres Schließen der Ventildadel und verhindert andererseits, daß unzulässig hohe Einspritzmengen eingespritzt werden. Aufgrund der Trennung der Nadel und des Dichtsitzes des Sicherheitsventiles von den geometrischen und technischen Restriktionen, wie sie an der Düsen Spitze herrschen (möglichst zentrale Lage der Düsen Spitze zum Brennraum des Motors; thermische Beanspruchung in Folge der Verbrennung) kann die Form der Nadel und des Sitzes des Sicherheitsventiles bei weitem freier gestaltet werden, als dies bei der Düsennadel und deren Sitz der Fall ist. Durch die separate Ausführung des Sicherheitsventiles und des Steuerkolbens sind allerdings relativ viele Teile notwendig, wodurch ein hoher Herstellungsaufwand und vergleichsweise großer Raumbedarf besteht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und insbesondere ein herstellungsmäßig einfaches und kompaktes Speichereinspritzsystem bereitzustellen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß das Sicherheitsventil in das Gehäuse des Einspritzventiles integriert ist, wobei der Ventilkörper des Sicherheitsventiles mit dem Steuerkolben kombiniert ist, und wobei vorzugsweise die Hubachse des Sicherheitsventiles in der Düsennadelachse liegt. Dadurch kann das Einspritzventil sehr kompakt und mit wenigen Teilen ausgeführt werden. Vorzugsweise sind Sicherheitsventil und Steuerkolben einstückig ausgeführt. Sehr vorteilhaft ist es dabei, wenn im Bereich des Ventilsitzes des Ventilkörpers ein den Steuerkolben umgebender, mit dem ersten Druckraum in Strömungsverbindung stehender Ringraum angeordnet ist, welcher bei geöffnetem Sicherheitsventil mit der Hochdruckleitung verbunden und bei geschlossenem Sicherheitsventil von dieser getrennt ist. Der mit der Hochdruckleitung verbundene Ventilaum ist dabei im geschlossenen Zustand des Sicherheitsventiles durch den Ventilsitz vom Ringraum getrennt. Bei Absinken des Druckes im Stellerraum wird der Ventilkörper vom Ventilsitz angehoben und die Strömungsverbindung des Ventilsitzes mit dem Ringraum und weiter mit dem Druckraum der Düsennadel hergestellt.

In einer sehr einfachen Ausführungsvariante ist vorgesehen, daß das Magnetventil als 2/2-Wegventil ausgeführt ist und der Stellerraum des Steuerkolbens ständig mit der Hochdruckleitung, vorzugsweise über eine Drosselstelle, in Strömungsverbindung steht, wobei vorzugsweise die Mündung der Hochdruckleitung über Verbindungskanäle innerhalb des Steuerkolbens mit dem Stellerraum verbunden ist. Über die Drosselstelle zwischen Stellerraum und Hochdruckleitung kann die Druckerhöhungsgeschwindigkeit im Stellerraum und damit die Schließgeschwindigkeit der Ventildadel beeinflusst werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Verbindungskanäle als Drosselstelle ausgebildet sind. Über das 2/2-Wegventil wird in der Freigabestellung eine Strömungsverbindung zwischen dem Stellerraum und der Leckölleitung hergestellt, so daß der Druck im Stellerraum absinkt und der Ventilkörper vom Ventilsitz angehoben wird. Dadurch wird der Druckraum mit Hochdruck beaufschlagt und die Ventildadel ebenfalls angehoben. Die Hubbewegung der Düsennadel wird somit durch das 2/2-Wegventil eingeleitet. Dadurch, daß zwischen Stellerraum und Leckölleitung, vorzugsweise im Bereich des Magnetventilsitzes, eine erste Drosselstelle angeordnet ist, kann die Hubgeschwindigkeit des Steuerkolbens und der Düsennadel über den Drosselquerschnitt voreingestellt werden.

Wird das 2/2-Wegventil geschlossen, so steigt der Druck im Stellerraum sehr schnell an und drückt den Ventilkörper auf den Ventilsitz, wodurch die Kraftstoffzufuhr zum Druckraum unterbrochen wird. Um einen definierten Druck vor Beginn der Einspritzung im Bereich des Druckraumes sicherzustellen ist es vorteilhaft, wenn der Druckraum, vorzugsweise über eine weitere Drosselstelle im Bereich des Ringraumes, mit der Leckölleitung verbunden ist.

Ein rasches Ansprechen und Öffnen des Ventilkörpers wird erreicht, wenn auf den Steuerkolben in Öffnungsrichtung des Ventilkörpers des Sicherheitsventiles eine Feder einwirkt. Das Öffnen kann aber bei geeigneter Dimensionierung von Druckangriffsflächen am Steuerkolben auch allein durch den Kraftstoffdruck erfolgen.

Ein rasches Schließen der Düsennadel wird dadurch erzielt, daß Steuerkolben und Düsennadel in der Öffnungsstellung der Düsennadel vorzugsweise über ein

axiales Distanzstück mechanisch in Verbindung stehen und in der Schließstellung der Düsennadel zueinander ein Spiel aufweisen. Die Düsennadel wird dabei durch den Steuerkolben bewegt, bis der Ventilkörper am Ventilsitz aufliegt. Die restliche Schließbewegung erfolgt durch die Düsennadel. Das Spiel zwischen Steuerkolben und Distanzstück dient zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen.

Die Erfindung wird anhand von in den Fig. gezeigten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Speichereinspritzventiles in der Sperrstellung,

Fig. 2 das Einspritzventil aus **Fig. 1** in der Freigabestellung,

Fig. 3 bis **8** Diagramme über die zeitliche Veränderung von Parametern bei der Öffnung des Einspritzventiles.

Die **Fig. 1** und **2** zeigen ein Einspritzsystem mit einem in das Einspritzventil **1** integrierten Sicherheitsventil **2**. Im Gehäuse **3** ist die Düsennadel **4** entlang der Düsennadelachse **4a** längsverschiebbar über den Schaft **4b** gelagert. Die Düsennadel **4** wird teilweise von einem Druckraum **6** umgeben, welcher über eine Druckleitung **7** mit dem Ausgang **9** des Sicherheitsventiles **2** verbunden ist. Der Ventilkörper **12** des Sicherheitsventiles **2** ist einstückig mit dem Steuerkolben **5** ausgeführt, wobei der Ventilkörper **12** und der Steuerkolben **5** zum Teil durch einen Ringraum **28** umgeben sind, an welchen über den Ausgang **9** die Druckleitung **7** anschließt. Steuerkolben **5** und Ventilkörper **12** sind entlang ihrer Hubachse **12a** verschiebbar im Gehäuse **3** des Einspritzventiles **1** gelagert, wobei in der in **Fig. 1** gezeigten Sperrstellung **S** der Ventilkörper **12** auf einem Ventilsitz **15** aufliegt und den Ringraum **28** von einem durch den Ventilkörper **12** und dem Gehäuse **3** gebildeten Ventilraum **14** trennt. In den Ventilraum **14** mündet die von einem Speicher **10** ausgehende Hochdruckleitung **11**, deren Mündung mit **13** bezeichnet ist. Der Speicher **10** wird von einer Hochdruckpumpe **29** und einer Vorpumpe **30** über einen Behälter **31** gespeist. Die Hochdruckpumpe **29** selbst erhält über eine Steuerleitung **32** Steuersignale von einer elektronischen Steuereinheit **33**, welche in Abhängigkeit der Drehzahl **34**, der Last **35**, manueller Vorgabe, beispielsweise durch den Fahrer **36**, vom Speicherdruck **p** des Speichers **10** und eventuell anderen Einflußgrößen die Hochdruckpumpe **29** und über die Leitung **38** das Magnetventil **24** des Einspritzventiles **2** steuert. **37** bezeichnet eine Sensorleitung für den Istwert des Hochdruckes **P**. Das Magnetventil **24** kann — wie in **Fig. 1** und **2** dargestellt — entweder als 2/2-Wegventil, oder aber auch als 3/2-Wegventil ausgeführt sein.

Der Ventilraum **14** ist über Verbindungskanäle **39**, die mit einer Drosselstelle **42** versehen sind, mit dem an den Steuerkolben **5** grenzenden Stellerraum **21** verbunden. Der Stellerraum **21** wiederum weist eine erste Steuerleitung **23** zum Magnetventil **24** auf, wobei in der Steuerleitung **23** eine erste Drosselstelle **22** angeordnet ist. Das Magnetventil **24** verschließt in seiner in **Fig. 1** eingezeichneten Sperrstellung **S** über den durch die Feder **24d** auf den Magnetventilsitz **24a** gedrückten Anker **24c** die erste Steuerleitung **20**. In der Freigabestellung **F** des Magnetventiles **24**, welche in **Fig. 2** in vergrößerter Darstellung gezeigt ist, wird durch Aktivierung der Spule **24b** der Anker **24c** vom Magnetventilsitz **24a** angehoben und der Stellerraum **21** mit einer Leckölleitung **25**

verbunden, welche zu einem Behälter **31a** führt.

Die Funktionsweise des in den **Fig. 1** und **2** gezeigten Systems ist folgendermaßen: In der Sperrstellung **S** verschließt das Magnetventil **24** die Drosselstelle **22**. Der Hochdruck **ps** im Stellerraum **21** bewirkt eine in Schließrichtung wirkende Kraft auf den Steuerkolben **5**, wodurch dieser über den Ventilkörper **12** den Ventilsitz **15** verschließt. Durch eine optional vorhandene weitere Drosselstelle **40** kann der sich im Ringraum **28** zwischen dem Ventilsitz **15** und dem Druckraum **6** befindende Kraftstoff in die Leckölleitung **25** abfließen. Die Düsennadel **4** wird in diesem Zustand von der Feder **8** in geschlossenem Zustand gehalten.

Der Einspritzbeginn wird durch Betätigen des Magnetventiles **24** eingeleitet, wobei die Drosselstelle **22** geöffnet wird. Über die Drosselstelle **22** wird der an den Steuerkolben **5** grenzende Stellerraum **21** druckentlastet und der Steuerkolben **5** kann sich aufgrund der Kraft der Feder **8** nach oben bewegen. In den Verbindungskanälen **39** zwischen Ventilraum **14** und Stellerraum **21** ist eine Drosselstelle **42** vorgesehen, welche so dimensioniert ist, daß der durchströmende Kraftstoff zu keinem Druckanstieg im Stellerraum **21** führt. Durch die Bewegung des Steuerkolbens **5** wird der Ventilsitz **15** geöffnet und die Strömungsverbindung zwischen Hochdruckleitung **11**, dem Ringraum **28**, der Druckleitung **7** und dem Druckraum **6** hergestellt, was einen Druckanstieg an der Düsennadel **4** bewirkt. Die durch den Druckanstieg verursachte Kraft in Öffnungsrichtung der Düsennadel **4** bewirkt ein Abheben der Düsennadel **4** vom Düsennadelsitz **1b** und der Einspritzvorgang durch die Düsenbohrungen **1a** beginnt.

Das Ende der Einspritzung wird durch das Schalten des Magnetventiles **24** in die Sperrstellung **S** eingeleitet, wobei die Drosselstelle **22** geschlossen wird. Der durch die Drosselstelle **42** einströmende Kraftstoff bewirkt einen Druckanstieg im Stellerraum **21** oberhalb des Steuerkolbens **5**, wodurch der Steuerkolben **5** mit dem Ventilkörper **12** gegen den Ventilsitz **15** gedrückt wird. Während der Schließbewegung drückt der Steuerkolben **5** die Düsennadel **4** über ein vorzugsweise mit dieser verbundenes Distanzstück **41** in Richtung des Düsennadelsitzes **1b** bis der Ventilkörper **12** am Ventilsitz **15** aufliegt. Die Düsennadel **4** wird durch die Feder **8** weiterbewegt, bis sie am Düsennadelsitz **1b** aufliegt. Um ein von Fertigungstoleranzen unabhängiges sicheres Schließen sowohl der Düsennadel **4** als auch des Ventilkörpers **12** zu gewährleisten, ist zwischen Distanzstück **41** und Steuerkolben **5** ein Spiel **43** vorgesehen. Gleichzeitig hat das Spiel **43** den Vorteil, daß die hydraulische Kraft auf den Steuerkolben **5** nicht vom Düsennadelsitz **1b** aufgenommen werden muß, wodurch ein größerer Steuerkolbendurchmesser und damit eine verlässlichere Funktion des Systems aufgrund der größeren hydraulischen Kräfte ermöglicht wird.

Gegebenenfalls kann die Drosselstelle **40** durch eine definierte Leckage zwischen dem Schaft **4b** der Düsennadel **4** und dem Gehäuse **3** ersetzt werden, wodurch Kraftstoff in den Raum **44** zwischen Steuerkolben **5** und Düsennadel **4** eindringen kann. In diesem Fall müßte der Raum **44** mit der Leckölleitung **25** verbunden sein, was durch die strichlierten Linien in **Fig. 4** angedeutet ist. Der Ventilsitz **15** des Ventilkörpers **12** am Steuerkolben **5** kann geometrisch so ausgeführt werden, daß ein definierter Ventil-Querschnittsverlauf als Funktion des Steuerkolbenhubes **hs** zur Steuerung des zeitlichen Ablaufes des Einspritzvorganges verwendet werden kann. So kann beispielsweise am Beginn der Einspritzung die

Einspritzmenge gering sein und im Laufe des Einspritzvorganges erhöht werden.

Die Fig. 3 bis 8 zeigen die Veränderung verschiedener Parameter in Abhängigkeit der Zeit t während eines Einspritzvorganges. In Fig. 3 ist der von der elektronischen Steuereinheit 33 an das Magnetventil 24 geleitete Schaltimpuls I_S während der Zeitpunkte T_1 und T_2 dargestellt. Fig. 4 zeigt den Magnetventilhub h_M zwischen der mit S angedeuteten Sperrstellung und der mit F gekennzeichneten Freigabestellung. p_S in Fig. 5 zeigt den Druck im Steuerraum 21, h_S in Fig. 6 den Hub des Steuerkolbens 5, Fig. 7 und 8 zeigen den Druck p_P am Düsennadelsitz 1b und den Hub h_P der Düsennadel 4.

Patentansprüche

1. Speichereinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem direkt einspritzenden über ein Magnetventil gesteuerten Einspritzventil pro Zylinder, mit einem von einer Hochdruckpumpe über eine Hochdruckleitung mit Kraftstoff beaufschlagbaren, eine axial verschiebbare Düsennadel zumindest teilweise umgebenden, vorzugsweise düsenseitig angeordneten ersten Druckraum innerhalb des Einspritzventilgehäuses, wobei die Düsennadel im Bereich des Druckraumes gegenüber der Düsenadela chse geneigte Druckangriffsflächen für Druckkräfte in Öffnungsrichtung der Düsennadel aufweist, mit einem mit der Düsennadel in Wirkverbindung stehenden, achsgleich zu dieser angeordneten längsverschiebbaren Steuerkolben innerhalb des Einspritzventilgehäuses, welcher stirnseitig an einen in einer Sperrstellung des Magnetventiles mit Hochdruck beaufschlagbaren Steuerraum grenzt, wobei in einer Freigabestellung des Magnetventiles der Steuerraum mit einer Leckölleitung verbindbar ist, und wobei im Strömungsweg zwischen Hochdruckleitung und Druckraum ein Sicherheitsventil vorgesehen ist, dessen entlang seiner Hubachse bewegbare Ventilkörper in seiner Öffnungsstellung die Strömungsverbindung zwischen der Hochdruckleitung und dem Druckraum freigibt und in seiner Schließstellung die Strömungsverbindung unterbricht, wobei die Öffnungsstellung des Sicherheitsventiles mit der Freigabestellung des Magnetventiles und die Schließstellung mit der Sperrstellung korreliert, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Sicherheitsventil (2) in das Gehäuse (3) des Einspritzventiles (1) integriert ist, wobei der Ventilkörper (12) des Sicherheitsventiles (2) mit dem Steuerkolben (5) kombiniert ist, und wobei vorzugsweise die Hubachse (12a) des Sicherheitsventiles (2) in der Düsenadela chse (4a) liegt.
2. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sicherheitsventil (2) und Steuerkolben (5) einstückig ausgeführt sind.
3. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Ventilsitzes (15) des Ventilkörpers (1) ein den Steuerkolben (5) umgebender, mit dem ersten Druckraum (6) in Strömungsverbindung stehender Ringraum (28) angeordnet ist, welcher bei geöffnetem Sicherheitsventil (2) mit der Hochdruckleitung (11) verbunden und bei geschlossenem Sicherheitsventil (2) von dieser getrennt ist.
4. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetventil (24) als 2/2-Wegventil ausgeführt ist und

der Steuerraum (21) des Steuerkolbens (5) ständig mit der Hochdruckleitung (11), vorzugsweise über eine Drosselstelle (42), in Strömungsverbindung steht, wobei vorzugsweise die Mündung (13) der Hochdruckleitung (11) über Verbindungskanäle (39) innerhalb des Steuerkolbens (5) mit dem Steuerraum (21) verbunden ist.

5. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungskanäle (39) als Drosselstelle (42) ausgebildet sind.

6. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Steuerraum (21) und Leckölleitung (25), vorzugsweise im Bereich des Magnetventilsitzes (24a), eine erste Drosselstelle (22) angeordnet ist.

7. Speichereinspritzsystem nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (6), vorzugsweise über eine weitere Drosselstelle (40) im Bereich des Ringraumes (28), mit der Leckölleitung (25) verbunden ist.

8. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Steuerkolben (5) in Öffnungsrichtung des Ventilkörpers (12) des Sicherheitsventiles (2) eine Feder (8) einwirkt.

9. Speichereinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß Steuerkolben (5) und Düsennadel (4) in der Öffnungsstellung der Düsennadel (4) vorzugsweise über ein axiales Distanzstück (41) mechanisch in Verbindung stehen und in der Schließstellung der Düsennadel (4) zueinander ein Spiel (43) aufweisen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

